

1. С.П. Моршнева. Методические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике остеопороза. - Одесса, 2010.
2. И.И. Резников, В.Н. Фёдорова, Е.В. Фаустов, А.Р. Зубарев, А.К. Демидова «Физические основы использования ультразвука в медицине»
3. Эффективность применения количественного ультразвукового исследования для ранней диагностики и лечения остеопороза - Didier Hans, Center of Bone diseases, Bone and Joint Department, Lausanne University Hospital, Lausanne Switzerland.
4. A genetic algorithms-based optimization method for estimating thickness and porosity of cortical bone from guided wave measurements. Published in: Ultrasonic Characterization of Bone (ESUCB), 2015 6th European Symposium on. [Nicolas Bochud](#) ; Laboratoire d'Imagerie Biomédicale, Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06, INSERM, CNRS, 75006, France

## ПЛАТА РАСШИРЕНИЯ ДЛЯ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ПО ОБРАБОТКЕ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ

*Брагина А.Д.<sup>1</sup>, Киселева В.А.<sup>1</sup>*

*Томский политехнический университет, г. Томск*

*Научный руководитель: Торгаев С.Н., к.ф.-м.н., доцент кафедры  
промышленной и медицинской электроники*

**Аннотация** – В данной работе представлены результаты разработки платы расширения для лабораторного комплекса по цифровой обработке сигналов. Приведена структурная схема платы, а также экспериментальные осциллограммы по получению сигналов различной формы с наложенными высокочастотными гармоническими помехами.

**Ключевые слова** – цифровая обработка сигналов, цифровой фильтр, генератор, синусоидальный сигнал.

## Введение

В настоящее время цифровая обработка сигналов находит широкое применение в различных отраслях техники и науки. К данным отраслям можно отнести цифровое телевидение, биомедицинские технологии, обработка звука и видео и т.д. Следовательно, на данный момент инженерам – электронщикам необходимо обладать принципами цифровой обработки сигналов.

### Структурная схема программно-аппаратного комплекса

Структурная схема программно-аппаратного комплекса представлена на рис. 1.

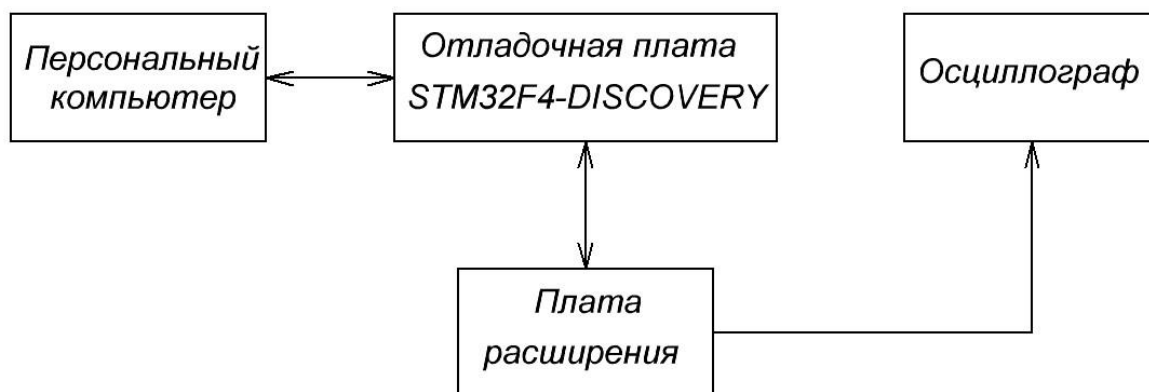


Рис. 1. Структурная схема лабораторного комплекса

Структурная схема включает в себя *Персональный компьютер*, в котором осуществляется расчет соответствующего цифрового фильтра. Далее по интерфейсу UART данные расчета фильтра поступают в микроконтроллер, который расположен в *Отладочной плате STM32F4-DISCOVERY*. *Плата расширения* представляет собой набор генераторов тестовых сигналов, а также буферный усилитель для согласования.

### Структурная схема платы расширения

Структурная схема платы расширения показана на рис. 2.

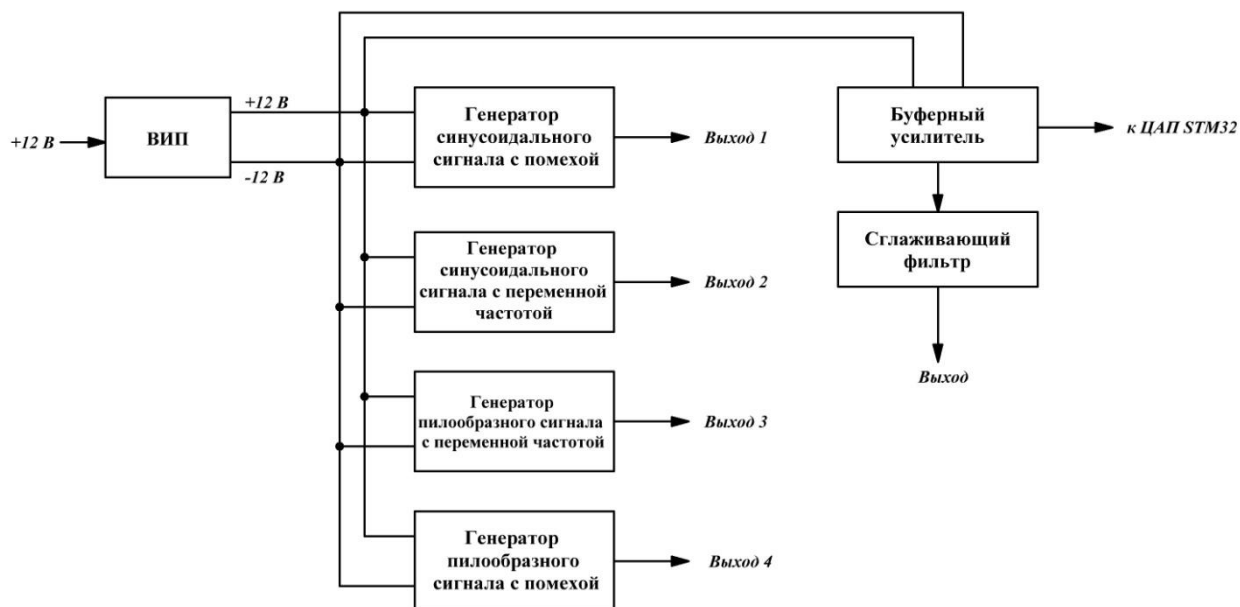


Рис. 2. Структурная схема платы расширения

*Выход 1* на схеме представляет собой гармонический сигнал с частотой 5 кГц и наложенными на него гармоническими сигналами частотами 20 и 50 кГц, тем самым искусственно организованы помехи. *Выход 2* представляет собой синусоидальный сигнал с переменной частотой, за счет этого имеется возможность снятия реальной амплитудно-частотной характеристики разрабатываемого цифрового фильтра. *Выходом 3* является сигнал треугольной формы с переменной частотой, использование треугольного сигнала позволит продемонстрировать студентам влияние частоты среза фильтра на гармонический состав сигнала. *Выход 4* представляет собой треугольный сигнал переменной частоты с наложенным на него помехой

В 20 кГц и 50 кГц. *Буферный усилитель* необходим для согласования выхода аналогово-цифрового преобразователя микроконтроллера со средствами измерения. *Сглаживающий фильтр* представляет собой ФНЧ и выполняет функцию исключения высокочастотных гармоник выходного сигнала.

Составной частью платы расширения является *вспомогательный источник питания (ВИП)*, основной функцией которого является преобразование из однополярного питания +12В в двухполярное питание +12В и -12В. Наличие такого источника обусловлено необходимостью питать операционные усилители, на которых построены принципиальные схемы генераторов сигналов различной формы.

## Макетирование и экспериментальная проверка платы расширения

Для изготовления макета платы расширения с генераторами сигналов сначала была нарисована электрическая схема всех генераторов в рабочем поле «Schematic» программы Altium Designer, а затем произведена разводка платы в рабочем поле «PCB».

Для проверки правильности работы макета данной платы расширения были сняты осциллограммы напряжений на выходах всех генераторов сигналов различной формы:

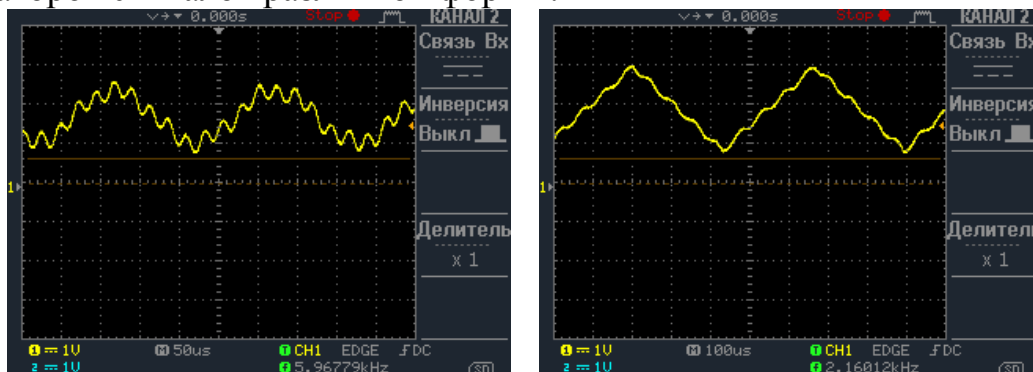


Рис.3. Осциллограммы напряжений с генератора:

а) синусоидального сигнала с помехой

б) пилообразного сигнала с переменной частотой и помехой



Рис.4. Осциллограммы напряжений с генератора:

а) пилообразного сигнала с переменной частотой ( $f_{min}$ )

б) пилообразного сигнала с переменной частотой ( $f_{max}$ )

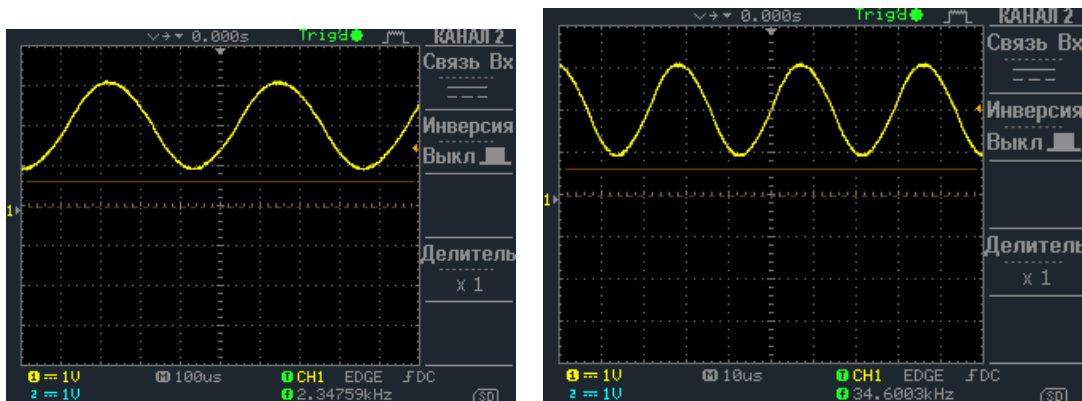


Рис.5. Осциллограммы напряжений с генератора:

а) синусоидального сигнала с переменной частотой ( $f_{min}$ )

б) синусоидального сигнала с переменной частотой ( $f_{max}$ )

### Заключение

Таким образом, разработанная плата расширения позволяет формировать сигналы различной формы, в том числе с наложенной высокочастотной помехой.

### Список информационных источников

1. Сабунин, Алексей Евгеньевич. Altium Designer. Новые решения в проектировании электронных устройств / А. Е. Сабунин. — Москва: СОЛОН-Пресс, 2010. — 432 с.: ил. — Системы проектирования. — Библиогр.: с. 419.

2. Суходольский, . Altium Designer: сквозное проектирование функциональных узлов РЭС на печатных платах :. — Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2014. — 560 с.: ил.

3.Каталог продукт - STM32F4DISCOVERY. - [Электронный ресурс]. -Режим доступа:  
<http://www.st.com/web/en/catalog/tools/FM116/SC959/SS1532/PF252419>, свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус. (дата обращения: 02.02.2015).

4.Каталог продукт - STM32F407VGT6. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа:  
<http://www.st.com/web/cn/catalog/mmc/FM141/SC1169/SS1577/LN11/PF252140#>, свободный. — Загл. с экрана. — Яз. англ. (дата обращения :02.02.2015).